

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 196 09 116 A 1

21 Aktenzeichen: 196 09 116.0  
22 Anmeldetag: 8. 3. 96  
43 Offenlegungstag: 18. 9. 97

51 Int. Cl. 6:

A 23 L 1/31

A 47 J 37/00

G 01 K 1/14

DE 196 09 116 A 1

71 Anmelder:  
Eloma GmbH Bedarfsartikel zur  
Gemeinschaftsverpflegung, 82216 Maisach, DE

74 Vertreter:  
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

72 Erfinder:  
Helm, Peter, Dipl.-Ing., 82282 Aufkirchen, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE-OS 23 07 255  
US 50 96 725 A  
US 50 75 121 A  
EP 06 77 265 A1  
Mohr, K.-H. u. Skrok, S.: Garung fester Lebens-  
mittel-Garungskinetik u. Berechnung von Garungs-  
werten. In: ZFL 7-8 (1991), S.41-44;

PTO 2002-0705

S.T.I.C. Translations Branch

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zum Garen von Nahrungsmitteln

57 ' Beim Garen von Nahrungsmitteln, insbesondere von grö-  
ßeren Fleischstücken oder dergleichen Gargut, wird oftmals  
ein Langzeit-Garverfahren verwendet, bei welchem die Kern-  
temperatur des Gargutes gemessen und der Garvorgang im  
wesentlichen dann beendet wird, wenn die Kerntemperatur  
einen vorbestimmten Wert erreicht hat. Es wird vorgeschla-  
gen, in einem Test-Schritt die Kerntemperatur mehrmals zu  
definierten Zeitpunkten nacheinander abzutasten und aus  
den Abtastwerten einen Endzeitpunkt zu ermitteln, zu wel-  
chem die Soll-Kerntemperatur erreicht sein wird. Bei Vorga-  
be eines Soll-Endzeitpunktes werden die Garparameter,  
insbesondere die Garraumtemperatur so eingestellt, daß zu  
diesem Soll-Zeitpunkt die Soll-Kerntemperatur erreicht ist.

DE 196 09 116 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Garen von Nahrungsmitteln sowie eine entsprechende Vorrichtung.

Beim Garen von Nahrungsmitteln geht man in vielen Fällen von Erfahrungswerten aus, schätzt also ab wie lange ein zu garendes Fleischstück bei einer vorgegebenen, einen optimalen Garablauf sichernden Temperatur brauchen wird, bis es fertig ist. Fertig bedeutet in diesem Zusammenhang natürlich nicht, daß es irgendwie gegart ist, es bedeutet vielmehr, daß es eine optimale Beschaffenheit aufweist. Man denke nur an ein Roastbeef, das beim Kunden sowohl dann auf Ablehnung stößt, wenn es außen dunkel- und innen hellgrau und trocken ist, sondern auch dann, wenn es innen glitschig roh und außen trocken, rissig und verbrannt ist.

Bessere, insbesondere reproduzierbarere Kochergebnisse lassen sich mit einem Kerntemperaturfühler erzielen, der in das zu garende Fleischstück eingesteckt wird und den Garvorgang beendet (ein entsprechendes Signal abgibt), wenn die gewünschte Kerntemperatur erreicht ist. Es handelt sich hier also um einen Vorgang, der im technischen Sinn als Regelvorgang bezeichnet werden kann, da ein Vergleich der Ist-Temperatur des Gargutes mit einer vorbestimmten Soll-Temperatur stattfindet und abhängig von diesem Vergleich ein Regelwert in Form eines Endabschaltungssignals gegeben wird.

Nachteilig an dem bekannten Garverfahren unter Zuhilfenahme einer Kerntemperaturmessung ist die Tatsache, daß der Koch immer noch auf seine Erfahrung angewiesen ist, wenn es darum geht, zu bestimmen, wann das Gargut fertig ist. Im privaten Bereich mögen Irrtümer noch hinnehmbar sein, im professionellen Bereich können Irrtümer katastrophale Auswirkungen haben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Garen von Nahrungsmitteln, insbesondere von größeren Fleischstücken und dergleichen Gargut aufzuzeigen, das zu vorherbestimmbaren und reproduzierbar guten Garergebnissen führt.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach dem Patentanspruch 1 gelöst. Eine entsprechende Vorrichtung ist im Anspruch 7 beschrieben.

Ein wesentlicher Punkt der Erfindung liegt darin, daß die Erfahrung des Koches eine untergeordnete Rolle spielt und insbesondere auch solche Parameter wie Alter, Feuchte, Fettgehalt usw. erfaßt werden, die der Koch dem zu garenden Fleischstück gar nicht ansehen kann und damit in seine Abschätzung der einzustellenden Garparameter nicht einfließen lassen kann. Mit dem hier beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren können die unvermeidlichen Schätzfehler von der Steuerung des Kochgeräts korrigiert werden. Insbesondere können also die meist im Langzeitverfahren bei niedriger Temperatur zu garenden großen Fleischstücke zum exakten Zeitpunkt fertiggestellt werden, wobei gleichzeitig durch die Kerntemperaturmessung ein Übergaren und ein damit einhergehender Gewichts- und Qualitätsverlust vermieden werden.

Es wird also beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Garen von insbesondere größeren Fleischstücken oder dergleichen Gargut die Kerntemperatur des Gargutes gemessen und der Garvorgang im wesentlichen dann beendet, wenn die Kerntemperatur einen vorbestimmten Wert erreicht hat. Hierbei werden in einem Testschritt die Kerntemperatur mehrmals nacheinander zu definierten Zeitpunkten abgetastet und unter gleichzeitiger Berücksichtigung der zu der abgetasteten Temperaturänderung gehörigen Gartemperatur auf den Abtastwerten der Endzeitpunkt ermittelt, zu welchem die Soll-Kerntemperatur erreicht sein wird. Diese Ermittlung geschieht in an sich bekannter Weise anhand der Lösung einer Differentialgleichung, die den Garvorgang aus einer Energiebilanz für den Körper an einem differentiellen Element beschreibt. Eine solche Differentialgleichung kann lauten:

$$(1) \quad \rho * c_p * \frac{\delta T}{\delta t} = \frac{1}{r} * \frac{\delta}{\delta r} * ( \lambda * r * \frac{\delta T}{\delta r} )$$

Für die Lösung der Differentialgleichung gibt es je nach Randbedingung und Geometrie, also Form des Gargutes verschiedene Lösungsmethoden.

Damit diese Differentialgleichung im erfindungsgemäßen Verfahren bzw. in der dazugehörigen erfindungsgemäßen Steuerungseinrichtung für einen Herd umgesetzt werden kann, wird ein numerisches Lösungsverfahren angewendet, wie z. B. das Crank-Nicolson- oder das ADI-Verfahren. Diese Verfahren sind an sich bekannt.

Das Prinzip bei der Lösung besteht darin, daß eine ausreichende Anzahl von unabhängigen Messungen die fehlenden Parameter in der obigen Gleichung berechenbar macht. Man benötigt so viele Messungen wie Unbekannte in der Gleichung sind.

Eine Lösung der oben genannten Gleichung ist die folgende e-Funktion, welche die Erwärmung des Kerns beschreibt. Diese Gleichung ist eine Näherungslösung für zylindrisch geformte Gargüter.

$$T(t) = A * \exp(-B * Fo) \quad (2)$$

mit  $A, Fo$  und  $B = F(\alpha, \lambda, \rho, c, r, t)$   
 $\alpha$  = Wärmeübergangskoeffizient  
 $\lambda$  = Wärmeleitfähigkeitskoeffizient  
 $\rho$  = Dichte  
 $c$  = spezifische Wärmekapazität  
 $r$  = mittlerer Radius des Gargutes  
 $t$  = Zeit.

Bei diesem Typ der e-Funktion beschreibt ein Stück der Funktion eindeutig die gesamte Funktion. Dies ist

eine Voraussetzung für die Lösung des Problems.

Mit Hilfe von 5 verschiedenen Temperaturwerten des Kerntemperaturfühlers werden zu Beginn des Garvorgangs die 5 Variablen der Funktion bestimmt. Diese Meßwerte stehen zur Verfügung, wenn im Kerl eine Temperaturerhöhung eintritt, was in relativ kurzer Zeit geschieht.

Durch erneutes Messen in zeitdiskreten Abständen werden dann wieder die 4 Parameter bestimmt. Durch diese Wiederholung des Testschritts mehrmals während des Garvorgangs wird dem Problem begegnet, daß die vorgenannten 4 Parameter über die Gesamtdauer des Garvorgangs hinweg nicht konstant sondern z. B. temperaturabhängig sind. Auch die Gesamtfeuchte des Garguts, seine Verdunstungseigenschaften usw. ändern sich über den Garvorgang.

Die oben erwähnte Gleichung (2) beschreibt die Temperaturkurve im Kern des Garguts. Dies bedeutet, daß die erfindungsgemäße Steuerungseinrichtung nach der Berechnung der Parameter in der Lage ist, die Zeit zu berechnen, wann die Kerntemperatur eine bestimmte Soll-Kerntemperatur erreicht hat. Stimmt nun diese vorausbestimmte Fertigzeit nicht mit dem Wunschtermin überein, so kann durch eine geeignete Einstellung bzw. Veränderung der Garparameter im Ofen, insbesondere durch Einstellung der Gartemperatur, der Umluftströmungsgeschwindigkeit und der Umluftfeuchte, die Fertigzeit in gewissen Grenzen so verändert werden, daß sie mit dem Soll-Zeitpunkt übereinstimmt. Hierbei werden Grenzwerte für die Garparameter vorgegeben, die wiederum vom Gargut abhängig sind. Ein solcher Grenzwert wäre beispielsweise eine Maximal-Gartemperatur, um sicherzustellen, daß das Gargut nicht zu braun wird oder gar verbrennt.

Wenn die erfindungsgemäße Steuerung erkennt, bzw. wenn mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens festgestellt wird, daß eine solche Parameter-Überschreitung dann eintreten wird, wenn der Garvorgang auf ein Erreichen des Soll-Zeitpunktes "hingetrimmt" wird, so muß der Koch einschreiten und die auch sonst in seiner Praxis üblichen Maßnahmen treffen.

Eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung der hier interessierenden Werte und Parameter liegt darin, eine Vielzahl von Kurven bzw. Kurvenscharen abzuspeichern und diejenige Kurve als für das Gargut und den momentanen Garprozeß als kennzeichnende Simulationskurve herauszusuchen, welche aufgrund der abgetasteten Parameter (Kerntemperaturänderung bei bestimmter Gartemperatur) und eventuell gleichzeitig eingegebenen weiteren, das Gargut bestimmenden Parametern (kugelige Form, zylindrische Form usw.) optimal angepaßt ist. Man kann also sowohl anhand der eingangs genannten Gleichungslösung als auch anhand der soeben beschriebenen gespeicherten Kurvenscharen oder durch eine Kombination der Verfahren gewissermaßen in die Zukunft sehen, so daß man eine bisher nicht mögliche zeitgesteuerte Kerntemperaturregelung durchführen kann. Der Koch gibt also zusätzlich zur gewünschten Kerntemperatur noch den Soll-Zeitpunkt ein, zu welchem das Gargut fertig sein soll. Natürlich muß dieser Zeitpunkt im Bereich des Möglichen liegen, da die Garraumtemperaturen und andere Garparameter nur innerhalb bestimmter Grenzen variierbar sind. Die Zeitschätzung des Kochs ist also nicht vollständig eliminierbar, sie soll mit dem vorliegenden erfindungsgemäßen Verfahren lediglich korrigiert werden.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgebildeten Gargeräts anhand der bei liegenden Abbildung beschrieben.

Das erfindungsgemäß ausgebildete Gargerät umfaßt einen im wesentlichen konventionell ausgebildeten Garofen 10, in dessen von einer Tür 12 verschlossenem Garraum 11 eine Umlufterzeugungseinrichtung 13 vorgesehen ist. Die Umlufterzeugungseinrichtung 13 umfaßt ein Lüfterrad 14, das über einen außen liegenden Motor 15 gesteuert gedreht wird. Im Bereich des vom Lüfterrad 14 erzeugten Luftstroms liegt eine Heizung 16, für welche die Energiezufuhr (elektrischer Strom oder Gas usw.) von einer Steuerungseinrichtung 17 einstellbar gesteuert wird. Im Bereich des Lüfterrads 14 ist weiterhin eine Wasserzufuhreinrichtung mit einem Ventil 18 vorgesehen, das ebenfalls durch elektrische Signale steuerbar ist.

Die Temperatur im Garraum 11 wird mittels eines Temperaturfühlers 19 abgetastet. Um im Gargut, z. B. einem Fleischstück 20, die Kerntemperatur zu messen, ist ein Kerntemperaturfühler 21 vorgesehen, der in das Fleischstück 20 hineingesteckt werden kann.

Die temperaturproportionalen Ausgangssignale des Temperaturfühlers 19 sowie des Kerntemperaturfühlers 21 werden über eine I/O Einheit 22 digitalisiert und stehen so einer Rechneinrichtung 23 zur Verfügung. Die Rechneinrichtung 23 steht mit einer (gegebenenfalls austauschbaren) Speichereinrichtung 24, mit einer Anzeige- und/oder Signalvorrichtung 26 sowie mit einer Eingabeeinheit 25 in Verbindung, über welche Werte, z. B. Soll-Temperatur, gewünschter Endzeitpunkt usw. manuell eingebaar sind. Weiterhin steht die Rechneinrichtung 23 über die I/O Einheit 22 mit der Leistungssteuerung 17 für die Heizung 16, dem Elektromotor 15 sowie dem Wasserventil 18 in steuernder Verbindung.

Zu Beginn des Garvorgangs werden vom Koch über die Eingabeeinheit 25 die interessierenden Parameter eingegeben. Dies sind insbesondere die Grenzwerte der Garparameter (maximale Temperatur, Feuchte usw.), einige Daten über das Gargut (z. B. Formparameter) sowie ein Soll-Zeitpunkt, zu welchem das Gargut fertig sein soll, also die Kerntemperatur eine Soll-Kerntemperatur erreicht haben soll. Der Garvorgang wird dann vom Koch gestartet, wenn seiner Schätzung nach das Gargut hinreichend Zeit hat, um bis zum vorgegebenen Soll-Zeitpunkt fertig zu sein. Während des Aufheizens des Garguts wird in regelmäßigen Abständen die Kerntemperatur über den Temperaturfühler 21 gemessen. Gleichzeitig wird die (mit einem Anfangswert manuell vorgegebene) Garraumtemperatur vom Fühler 19 abgetastet. Die Werte werden über die I/O Einrichtung 22 in die Rechneinrichtung 23 eingegeben und dort in der oben angegebenen Weise verarbeitet. Alternativ ist es möglich, in dem Speicher 24 gespeicherte Kurvenscharen mit den gemessenen Punkten zu vergleichen und diejenige herauszusuchen, welche für den momentanen ablaufenden Garvorgang optimal angepaßt ist. Entsprechend den errechneten Werten werden dann die Temperatur im Garraum 11 über die Heizung 13, der Umluftstrom über den Motor und die Feuchte über das Ventil 18 so eingestellt, daß die vom Kerntemperaturfühler 21 gemessene Kerntemperatur voraussichtlich zu dem Zeitpunkt ihren voreingestellten Sollwert erreicht, den der

Koch als Soll-Zeitpunkt voreingestellt hat.

# Patentansprüche

1. Verfahren zum Garen von Nahrungsmitteln, insbesondere von größeren Fleischstücken und dergleichen Gargut, dessen Kerntemperatur gemessen wird, wobei der Garvorgang im wesentlichen dann beendet wird, wenn die Temperatur eine Soll-Kerntemperatur erreicht hat, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Test-Schritt die Kerntemperatur mehrmals zu definierten Zeitpunkten nacheinander abgetastet und aus den Abtastwerten ein Endzeitpunkt ermittelt wird, zu welchem die Soll-Kerntemperatur erreicht sein wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Garparameter, insbesondere die Garraumtemperatur, Umlaufströmungsgeschwindigkeit und -feuchte derart eingestellt und/oder verändert werden, daß der ermittelte Endzeitpunkt mit einem vorgegebenen Soll-Zeitpunkt übereinstimmt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Test schritt mehrmals während des Garvorgangs durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Überprüfungsschritt festgestellt wird, ob der Endzeitpunkt den Soll-Zeitpunkt erreichen kann, ohne daß dabei die Garparameter vorgegebene Grenzwerte überschreiten.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei festgestellten Überschreitungen ein Alarmsignal abgegeben wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß je nach Form des Gargutes eine vorbestimmte und/oder wenigstens abschnittsweise definierte Funktion oder Kurvenschar zur Ermittlung des Endzeitpunktes gespeichert und wieder abgerufen wird.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, umfassend einen Garofen (10), in dessen Garraum (11) Gargut (20) einführbar ist; eine Heizeinrichtung (13-18) zur Erzeugung eines vorbestimmten Garklimas im Innenraum (11) des Garofens (10); Rechen- und Speichereinrichtungen (23, 24) sowie mit diesen verbundene Eingabeeinrichtungen (25) und/oder Anzeigeeinrichtungen (26) und mindestens ein Kerntemperaturfühler (21), um die Kerntemperatur im Gargut (20) zu messen, wobei die Recheneinrichtung (23) derart ausgebildet ist, daß sie den Garvorgang dann beendet, wenn die Kerntemperatur einen vorbestimmten Wert erreicht hat und in einem Testschritt die Kerntemperatur mehrmals zu definierten Zeitpunkten nacheinander abgetastet und aus den Abtastwerten der Endzeitpunkt ermittelt wird, zu welchem die Soll-Kerntemperatur erreicht sein wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

H05B 11/02  
H3



